生　　物

第１問　呼吸商に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。

呼吸は酸素（O_2）を用いた酸化反応であり，炭水化物や脂肪が基質になる場合には二酸化炭素（CO_2）と水（H_2O）が生成される。タンパク質が基質になる場合は，CO_2 と H_2O に加えて，［ア］によって［イ］も生じる。呼吸商（RQ）は，［ウ］で求められる体積比であり，呼吸の化学反応式から求めることができる。呼吸基質の呼吸商は，炭水化物が約 1.0，脂肪が約 0.7，タンパク質が約 0.8 である。

問１　上の文章中の空欄［ア］に入る反応はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。［1］

a　窒素同化

b　脱炭酸反応

c　脱水素反応

d　脱リン酸化

e　脱アミノ反応

問２　上の文章中の空欄［イ］に入る物質はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。［2］

a　アラニン

b　アンモニア

c　アセトアルデヒド

d　エタノール

e　グリセリン

問 3　前の文章中の空欄 **ウ** に入る計算式として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

a　吸収する O_2 量　÷　放出する CO_2 量

b　放出する CO_2 量　÷　吸収する O_2 量

c　吸収する O_2 量　÷　放出する H_2O 量

d　放出する H_2O 量　÷　吸収する O_2 量

e　放出する H_2O 量　÷　放出する CO_2 量

問 4　炭水化物，脂肪およびタンパク質で呼吸商が異なる理由として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **4**

a　分子の大きさが異なるため。

b　酸素を利用する代謝過程が異なるため。

c　呼吸の代謝過程で，共有する過程がないため。

d　１分子当たりの呼吸で生成される ATP の分子数が異なるため。

e　分子に含まれる水素（H），炭素（C）および酸素（O）の割合が異なるため。

問 5　グルコース（$C_6H_{12}O_6$）が呼吸によって完全に酸化されたとき，消費された O_2 量（質量）は 32 g であった。このとき生じる CO_2 量として，正しいのはどれか。なお，原子量は，H = 1，C = 12，O = 16とする。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

a　66 mg

b　264 mg

c　32 g

d　44 g

e　132 g

第2問　遺伝子発現の調節に関する次の文章を読み，下の問い（**問1～3**）に答えよ。

大腸菌の①ラクトースオペロンは，最も初期に解明の進んだ遺伝子発現調節機構である。大腸菌では，ラクトースがあり，かつ，必要なときのみエネルギー源として利用するために，その分解酵素の遺伝子発現は合理的に調節されている。②真核生物の遺伝子発現も，多くは転写レベルで調節されている。これら転写レベルでの調節には，DNA に結合するさまざまなタンパク質と，遺伝子以外の領域に存在する特異的な塩基配列が必要とされる。多細胞生物においては，細胞ごとに遺伝子発現が③選択的に調節され，多様な細胞が分化し，個体を成り立たせている。

問1　下線部①について，ラクトースオペロンに関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **6**

a　調節タンパク質は，RNA ポリメラーゼと結合して転写を行う。

b　調節タンパク質の遺伝子発現も調節されており，必要なときにつくられる。

c　オペレーターは RNA ポリメラーゼに認識され，結合する DNA の塩基配列である。

d　ラクトースの代謝産物は調節タンパク質に結合し，調節タンパク質のはたらきを阻害する。

e　ラクトースの代謝産物が存在する場合，それ以上代謝する必要がないため，分解酵素の発現は阻害される。

問 2　下線部②について，真核生物の転写調節に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

a　RNA ポリメラーゼは，プロモーターの塩基配列を認識し，転写を開始する。

b　細胞の核を電子顕微鏡で観察した際，暗く見える部分では転写が活発に行われている。

c　基本転写因子は，DNA の特異的な塩基配列であり，RNA ポリメラーゼの活性を助ける。

d　調節タンパク質は，プロモーターとは別の特異的な塩基配列を認識して転写を調節する。

e　クロマチンがほどけた状態のとき，リプレッサーが結合しやすくなるため，転写は阻害される。

問 3　下線部③について，多細胞生物における選択的な遺伝子発現制御に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

a　rRNA（リボソーム RNA）遺伝子は，翻訳が必要な細胞でのみ発現するように調節されている。

b　ホルモンは受容体を介して情報を伝達し，RNA ポリメラーゼの活性を調節する。

c　１つの調節タンパク質は，１つの遺伝子の発現を特異的に調節するはたらきをもつ。

d　DNA 複製の過程で，調節タンパク質は特定の遺伝子を失うように調節し，その後の細胞の運命を決定する。

e　細胞の分化は，ある調節遺伝子がはたらくことをきっかけに，その後の遺伝子発現が連鎖的に活性化されて起こる。

第3問　動物の個体発生に関する次の文章を読み，下の問い（**問1～3**）に答えよ。

単為発生を除き，動物は1個の受精卵から個体を形成する。ある動物から，別の動物ではなく同じ動物の個体を生じることからも，個体の発生がそれぞれの生物で遺伝的に制御された現象であることがわかる。一方で，体軸の形成や三胚葉（さんはいよう）の形成，原腸形成など，個々の発生現象には共通するメカニズムも存在すると考えられる。これらの発生現象に関しては，古くから発生学の実験動物とされてきた①ウニや②カエル，③ショウジョウバエでさまざまな知見が蓄積されている。

問1　下線部①について，ウニの発生に関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **9**

a　原口周辺部は内胚葉となる。

b　卵割は桑実胚（そうじつはい）まで等割ですすむ。

c　陥入の後，原腸の先端から一次間充織が生じる。

d　二次間充織の細胞は後期原腸胚で骨片を形成する。

e　プルテウス幼生は変態して成体となると，その後は成長しない。

問2　下線部②について，カエルの発生に関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **10**

a　灰色三日月環は，精子の進入点の側に観察される。

b　中胚葉は，動物極側からの誘導によって分化する。

c　初期原腸胚の予定運命は，周辺の組織によって変更が可能である。

d　灰色三日月環は，形成体（オーガナイザー）として受精卵で背側を誘導する。

e　形成体は，移植された領域に依存して，それ自身の運命を変化させるはたらきをもつ。

問 3　下線部③について，ショウジョウバエの発生に関する記述として，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 11

a　前後軸は受精直後に決定される。

b　端黄卵で，卵割は部分割で進行する。

c　分節により発生し，原腸形成は起こらない。

d　ホメオティック遺伝子は母性効果遺伝子としてはたらく。

e　ホメオティック遺伝子やビコイド遺伝子は，転写の調節遺伝子である。

第４問　ヒトにおける感覚の受容に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～３**）に答えよ。

外界からのさまざまな刺激は感覚受容器で受容され，その情報は感覚神経から①脳幹などの中枢神経系を通って，大脳皮質に送られて認識される。皮膚に存在する圧覚や触覚，温度感覚，痛覚などの感覚受容器は，ほぼ全身に存在するが，頭部にある②舌や鼻，耳，眼などの感覚器には，その感覚器独自の感覚受容器が存在する。

問１　下線部①について，脳幹に**属さない**中枢部位はどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 12

a　小　脳

b　中　脳

c　延髄（えんずい）

d　視　床

e　視床下部

問２　下線部②について，頭部にある感覚器に関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 13

a　舌で受容される味覚は，基本的に，甘味・うま味・辛味・酸味・苦味の５つの味に分けることができる。

b　味覚，視覚，聴覚，平衡感覚，嗅覚（きゅうかく）のうち，嗅覚だけが化学物質を刺激として受容する。

c　眼の網膜に光が当たると，それにより視細胞中にロドプシンが合成される。

d　耳に存在する前庭と半規管の感覚細胞は，ともに感覚毛の屈曲を感知する。

e　耳での音の高低の区別は，聴細胞がその感覚毛の振動数を聴神経に伝えることによってなされる。

問 3　下線部②について，眼の機能に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **14**

a　網膜の周辺部には錐体細胞が少ないため，網膜周辺部では色は感じにくい。

b　明順応においては，錐体細胞と桿体（かんたい）細胞の感度がともに上昇する。

c　錐体細胞には，赤，青，黄の光を特によく吸収する 3 種の細胞がある。

d　より遠くのものを見るときに，毛様体筋は収縮する。

e　網膜に存在する何種類かの細胞のうち，光を感じる視細胞は，最もガラス体側にある。

第5問　動物の行動様式に関する次の文章を読み，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

動物は外部から受け取った情報を元に，環境に応じたさまざまな行動を起こす。一般的に行動には，遺伝的にプログラムされた定型的な生得的行動と，生まれてからの経験によって環境に合わせて変化する学習行動の両者がある。

①生得的行動には，かぎ刺激に対する定型的反応や定位に関わる行動などがあり，定位では，太陽の位置や地磁気の方向を利用した定位，性フェロモンやダンスを利用した定位など，多くの方法がさまざまな動物で用いられている。また，学習行動としては，②慣れや脱慣れ，鋭敏化などの現象，古典的条件付け学習などがよく知られている。

問1　下線部①について，生得的行動として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **15**

a　梅干しを見ただけで唾液が出てくるのは，ヒトにとって梅干しが唾液分泌のかぎ刺激の一つとなっているからである。

b　繁殖期のイトヨ（トゲウオの一種）の雄は，腹部の膨らみをかぎ刺激として，卵で腹部の膨らんだ雌を攻撃し，追い払う。

c　地磁気の方向を定位に利用することのできるハトでは，曇って太陽が見えないときでも，自分の帰巣する方向を正しく判断することができる。

d　カイコガの雌は，雄が出したフェロモンの臭いを触角で感知し，雄に近づいていく。

e　ミツバチが行うダンスのうち，円形ダンスでは，えさ場の方向や距離の情報まで正確に伝えられる。

問 2　下線部②について，学習行動に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **16**

a　アメフラシの尾部に強い刺激を与え続けると，慣れにより，水管に刺激を与えても水管を引っ込める反応をしなくなる。

b　アメフラシの水管に，通常では反応しない弱い刺激を繰り返して与えていると，鋭敏化により，そのうち水管を引っ込める反応が現れるようになる。

c　繰り返し刺激により慣れが形成された後に，同じ刺激をさらに与え続けていると，そのうち再び反応するようになることを，脱慣れという。

d　古典的条件付け学習における無条件刺激とは，生得的に反射反応をひき起こすような刺激のことである。

e　池のコイに餌を十分に与えてから手を叩くことを繰り返せば，古典的条件付け学習により，手の音を聞いただけで餌を食べにくるようになる。

第6問　自然界の生物の個体群に関するジュンとマリヤの会話を読んで，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

ジュン：自然界の生物は単独で生活することは基本的にないね。

マリヤ：そうね，同じ種や異なる種の個体群が，何らかの形でお互い関係しているわ。

ジュン：①個体群の構成や個体群どうしの相互作用にはいろいろな種類の特徴があるね。

マリヤ：種の異なる個体群の間では，例えば，競争，捕食と被食，相利共生などいろいろな関係があるわね。

ジュン：同じ種類の個体群だと，同じ資源を必要とするから種内競争が生じやすいね。

マリヤ：その解決法の１つとして②縄張りをもつ動物がいるのね。

問1　下線部①について，個体群と相互作用の特徴に関する記述として正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **17**

a　攪乱（かくらん）が弱いほうが共存できる種は多くなる。

b　共同繁殖に関与する個体のうち，血縁のない個体をヘルパーという。

c　社会性昆虫は，女王から産まれた血縁者を中心とする集団である。

d　キーストーン種を除去すると，より多くの種が共存できるようになる。

e　群れをつくる動物では，群れが大きいほうが密度効果による利益が増す。

問 2　下線部②について，縄張りの大きさは，そこから得られる利益となる食物の量と，縄張りを守るのに必要な労力で決まる（**図 1**）。

縄張りを守る労力の大きさが**図 1** のグラフの 2 倍になった場合に，最適となる縄張りの大きさを表すのはどれか。下の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **18**

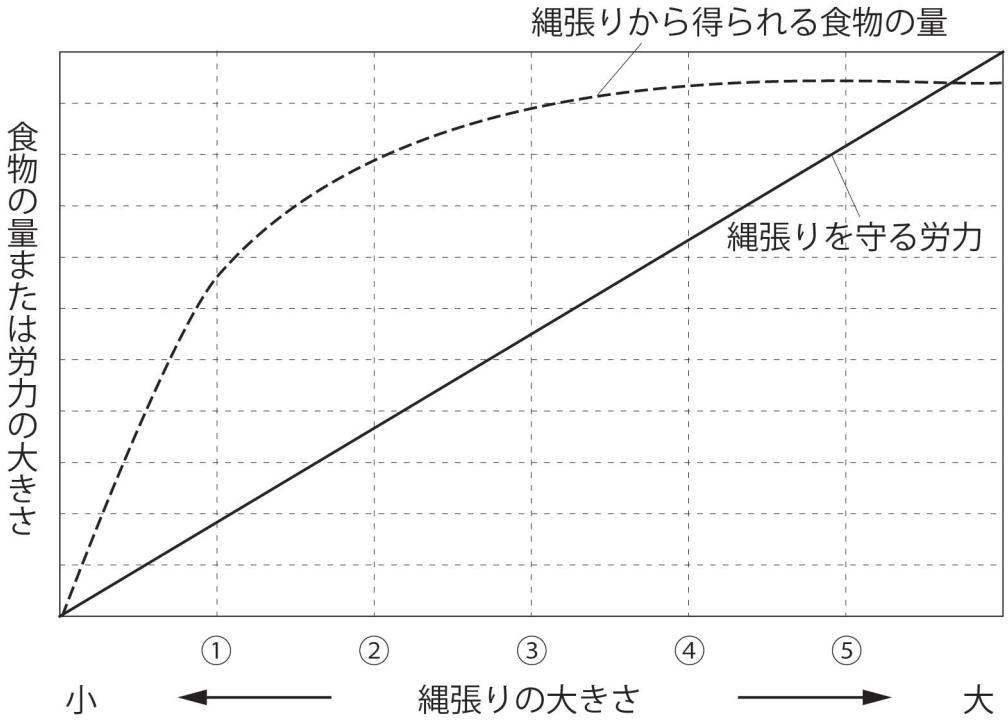

図 1　縄張りの大きさについての概念図

a　①　　**b**　②　　**c**　③　　**d**　④　　**e**　⑤

第７問　進化とは生物の形質が，世代を経るにしたがって変化することである。このしくみについて，下の問い（**問１～４**）に答えよ。

問１　同じ種の個体間の形質にみられる違いを変異という。変異に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **19**

a　突然変異は，細胞分裂の際には生じない。

b　塩基単位の突然変異は，細胞周期のＳ期に生じる。

c　突然変異において，染色体の数が変化することはない。

d　突然変異は生殖細胞では起こるが，体細胞では起こらない。

e　環境の影響を受けることによって生じる環境変異によって，進化は促進される。

問２　集団における遺伝子頻度に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **20**

a　進化では，遺伝子頻度の異なる集団が形成されることはない。

b　きわめて多数の同種の個体からなる場合，遺伝子頻度は変化しにくい。

c　個体によって生存力や繁殖力に差がない場合，遺伝子頻度は変化しやすい。

d　すべての個体で自由に交配して子孫を残すと，遺伝子頻度は変化しやすい。

e　ある地域に生息する同じ種の集団がもつ遺伝子型の種類を遺伝子頻度と呼ぶ。

問 3　自然選択に関する記述として，**誤っているもの**はどれか。次の a ～ e のうちから一つ選べ。 21

a　選択圧には，降水量や日射量のような非生物的環境も影響している。

b　周囲の風景と見分けがつきにくい色や形になる擬態も自然選択の結果である。

c　マラリアが多発する地域では，鎌状赤血球貧血症の原因となる遺伝子頻度が他の地域より低い。

d　ランの蜜をためている細い距は，共進化の結果，蛾が蜜を吸うときに花粉が付着しやすい長さになっている。

e　トドのオスの巨大化は，メスをめぐる闘争で勝ち残ったオスが子を残すことによって生じたと考えられる。

問 4　集団内の遺伝子頻度が偶然に左右されて変化することを遺伝的浮動という。これに関する記述として，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 22

a　遺伝的浮動の影響は，集団が小さいほど小さい。

b　多くの場合，DNA の塩基配列の変化は，自然選択に対して中立である。

c　DNA の塩基配列に同義置換が起きた場合でも，発現する形質は変化する。

d　大規模災害により，大きな集団の一部が生き残った場合でも，遺伝子頻度は変化しない。

e　アメリカの先住民の血液型にO型の多いのは，O型のヒトの環境適応能力が高かったためである。